

10/713,134

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

11 Offenlegungsschrift
DE 3226502 A1

51 Int. Cl. 3:
B01D 53/26
B 01 J 19/04
B 01 J 20/34
F 26 B 5/16

21 Aktenzeichen:
22 Anmeldetag:
43 Offenlegungstag:

P 32 28 502.8-43
15. 7. 82
3. 2. 83

DE 3226502 A1

31 Unionspriorität: 32 33 31
18.07.81 SE 8104411

72 Erfinder:
Döbeln, Ernst Gunnar Wilhelm von, Enebyberg, SE

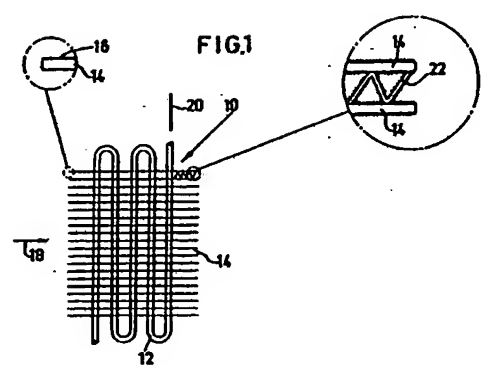
71 Anmelder:
Aktiebolaget Carl Munters, 19126 Sollentuna, SE

74 Vertreter:
Hauck, H., Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing., 8000 München;
Schmitz, W., Dipl.-Phys.; Graalfs, E., Dipl.-Ing., 2000
Hamburg; Wehnert, W., Dipl.-Ing., 8000 München; Döring,
W., Dipl.-Wirtsch.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anw., 4000 Düsseldorf

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

64 Trocknungsverfahren und -einrichtung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zum Trocknen eines Strömungsmittels, beispielsweise eines Gases wie Luft, die mit einem durch Wärme regenerierten Trockenmittel in Berührung kommt. Das zu entfeuchtende Strömungsmittel wird über eine Rohrschlange oder eine ähnliche Anordnung geleitet, die als Träger für das Trockenmittel dient. Mittel, welche den Zustand des Trockenmittels beeinflussen, können über die Innenseite der Rohrschlange oder ähnlicher Anordnungen eingespeist werden. (32 28 502)



DE 3226502 A1

1 PATENTANSPRÜCHE

- 5 1. Verfahren zum Trocknen eines Strömungsmittels, beispielsweise eines Gases wie Luft, das mit einem durch Wärme regenerierten Trockenmittel in Berührung kommt, dadurch gekennzeichnet, daß das zu trocknende Strömungsmittel über eine Rohrschlange oder eine ähnliche Anordnung geleitet wird, die als Träger für das Trockenmittel dient und, daß Mittel, die den Zustand des Trockenmittels beeinflussen, laufend oder im auswechselnden Betrieb in das Innere der Rohrleitungen oder dergleichen geleitet werden.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das zu trocknende Mittel und die für die Regenerierung des Trockenmittels erforderliche Wärme beiden Seiten getrennt zugeführt werden.
- 20 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das zu trocknende Strömungsmittel einer Seite und ein Kühlmittel der anderen Seite zugeführt wird.
- 25 4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß Wärme der anderen Seite zugeführt wird, während Luft der ersten Seite eingespeist wird, um die Feuchtigkeit vom Trockenmittel abzuführen.
- 30 5. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einem Trockenmittel zur Entfeuchtung eines Strömungsmittels, beispielsweise eines Gases wie Luft, gekennzeichnet durch Leitungen (18) für die Zufuhr des zu trocknenden Strömungsmittels auf einer Seite des Trockenmittels (16) oder dessen Träger (14) sowie durch Leitungen (12),
- 35 welche Wärme einer zweiten Seite des Trockenmittels (16) oder dessen Träger (14) zuführen.

- 1 6. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet,
daß das Trockenmittel (16) auf die Außenseite einer
Schlange (10) aufgebracht ist, die mindestens eine
mit Flanschen versehene Rohranlage (12) aufweist und
5 an eine Wärmequelle angeschlossen ist, während eine
Leitungsanlage (28,34) vorgesehen ist, um das zu
trocknende Strömungsmittel über die Außenseite der
Flansche (14) zu lenken.
- 10 7. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet,
daß die Flansche (14) der Schlange (10), solche For-
men aufweisen, die ihre Oberfläche vergrößern, ein-
schließlich von zwischen den Flanschen (14) angeord-
neten mit Kammkanten versehenen Blechen (22).
- 15 8. Einrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch
gekennzeichnet, daß zwei Schlangen (10a,10b) an eine
gemeinsame Leitungsanlage (28,34) angeschlossen sind,
um das zu trocknende Strömungsmittel an die Außen-
20 seiten der Schlangen (10a,10b) heranzuführen, wobei
Dreiwegeventile (26,30) vorgesehen sind, um die
Leitungsanlage (28,34) wechselnd mit den beiden
Schlangen (10a,10b) zu verbinden.
- 25 9. Einrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet,
daß eine Wärmepumpe (48) die Schlangen (10a,10b) ab-
wechselnd mit Wärme und Kälte versorgt.
- 30 10. Einrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch
gekennzeichnet, daß ein Wärmespeicher wie ein Wasser-
tank an die Schlange (10a,10b) angeschlossen ist.
- 35

1 BESCHREIBUNG

Trocknungsverfahren und -einrichtung

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Entfeuchten oder Trocknen eines Strömungsmittels, z.B. eines Gases wie Luft, die mit einem Absorptions- oder Bindemittel in Berührung gebracht wird, das durch Wärme regeneriert wird.
- 10 Ein Strömungsmittel, beispielsweise ein Gas wie Luft kann durch Abkühlen getrocknet werden, wobei die Feuchtigkeit kondensiert oder durch Absorption, wobei die Feuchtigkeit durch ein Trockenmittel wie Silikagel (Kieselgel) oder Lithiumchlorid absorbiert wird. Je nach Anwendung können
- 15 bestimmte Eigenschaften wichtiger sein als andere. Ein seit kurzem äußerst wichtig gewordener Faktor ist der wirtschaftliche Einsatz von Energie. Daher besteht die größere Notwendigkeit als jemals zuvor, eine energiearme Trocknung zu erreichen.
- 20 Das Trockenmittel wird durch Erwärmen regeneriert, um den absorbierten Wasserdampf auszutreiben. Die Wärme kann vollständig durch die Luft zugeführt werden, die auch dazu dient, das verdampfte Wasser zu beseitigen. Wegen der
- 25 ziemlich niedrigen spezifischen Wärme von Luft hat dies im Gefolge, daß die Luft auf verhältnismäßig hohe Temperaturen wie 100-150°C erwärmt werden muß. In diesem Fall wird auch das Trockenmittel auf verhältnismäßig hohe Temperaturen erwärmt, was Verluste bedingt. Eine weitere
- 30 Folge ist, daß die abziehende heiße feuchte Regenerationsluft einen beschränkten Wassergehalt aufweist, der insofern zu Verlusten führt, als nicht nur Wasserdampf, sondern ein großer Anteil der warmen Luft mit diesem abgegeben wird.
- 35 Die Verluste können dadurch verringert werden, daß die zum Verdampfen des Wassers dienende Wärme von anderen Quellen zugeführt wird als von der für die Abfuhr des -2-

1 Dampfes verwendete Luft. Die Regenerationstemperatur kann
herabgesetzt werden, wobei durch Einbau von Wärmeschlan-
gen in das Trockenbett ^{der} Wassergehalt der feuchten Luft
erhöht werden kann. Ob ^{wohl} jedoch dieses Verfahren angewandt
5 wurde, war der Kontakt zwischen dem Trockenmittel und
den Wärmeschlangen schlecht, wobei das angestrebte Er-
gebnis nur teilweise erzielt wurde.

10 Die Aufgabe der Erfindung besteht somit darin, ein Ver-
fahren und eine Einrichtung zum Entfeuchten zu schaffen,
welches die vorstehend erwähnten Nachteile bekannter Ver-
fahren vermeidet.

15 Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß das zu trocknende
Strömungsmittel über eine Seite einer Fläche geleitet
wird, auf der ein Trockenmittel aufgebracht ist, wobei
das Strömungsmittel von der zweiten Seite der Fläche
ferngehalten wird, die zur Regenerierung des Trocken-
mittels mit der notwendigen Wärme versorgt wird. Die zur
20 Verdampfung erforderliche Wärme wird auf einer Seite des
Trocken- oder Absorptionsmittels aufgebracht, und die
Feuchtigkeit wird auf der anderen Seite abgegeben.

25 Die Erfindung ist nachstehend näher erläutert. Alle in
der Beschreibung enthaltenen Merkmale und Maßnahmen kön-
nen von erfindungswesentlicher Bedeutung sein. Die Zeich-
nungen zeigen:

30 Fig. 1 einen Seitenriß eines erfindungsgemäßen Destilla-
tions- oder Extraktionsturms mit Einzelheiten;

Fig. 2 eine schematische Darstellung von zwei Extrak-
tionstürmen nach Fig. 1, die in eine Trockner-
anlage eingebaut sind;

35 Fig. 3 eine schematische Darstellung wie Fig. 1, wo-
bei eine Wärmepumpe in die Anlage aufgenommen
ist;

1 Fig. 4 eine schematische Darstellung wie Fig. 3, jedoch verdoppelt, d.h. mit vier Extraktions-
türmen und zwei Wärmepumpen.

5 Fig. 1 zeigt einen erfindungsgemäßen Destillations- oder
Extraktionsturm 10, der den früheren Extraktionstürmen
insoweit überlegen ist, als er für eine wirkungsvolle
Wärmeübertragung zwischen dem Trockenmittel und dem
Wärmemittel sowie für eine wirkungsvolle Feuchtigkeits-
10 übertragung zwischen dem Trockenmittel und der Luft sorgt;
er weist eine Rohrschlange 12 mit Flanschen 14^{auf}, die eben-
so wie die Rohrschlange 12^{an} der Außenseite mit einem
Trockenmittel 16 beschichtet sein können. Das zu entfeuch-
tende oder zu trocknende Strömungsmittel, beispielsweise
15 ein Gas wie Luft wird über die Außenseite des Extraktions-
turmes 10 geleitet, wie es durch den Pfeil 18 in Fig. 1
gezeigt ist, während das Regenerationsmittel in die Rohr-
schlange 12 eingeführt wird (s. Pfeil 20) und sowohl das
20 Rohr 12 als auch die Flanschen 14 erwärmt. Daher wird
Feuchtigkeit an einer Seite, nämlich der Außenseite
des Trockenmittels 16 abgegeben, während die zur Ver-
dampfung erforderliche Wärme auf der anderen Seite des
Trockenmittels zugeführt wird, d.h. auf der mit den Flan-
schen 14 in Kontakt stehenden Seite und, falls zutreffend,
25 mit den Rohren 12.

Die Erfindung beruht somit darauf, daß das Trockenmittel
auf einer großen Fläche bei guter Wärmeübertragung an die
Oberfläche verteilt wird. Daher muß das Trockenmittel so
30 aufgebracht werden, daß möglichst viel Wärme an die
Flansche 14 und, bei Bedarf, an das oder die Rohre 12
übertragen wird. Um die größtmögliche Fläche für das
Trockenmittel zu erzielen, können die Flanschen so aus-
geformt sein, daß ihre Oberfläche erhöht wird, z.B.
35

1 durch Prägen, Zapfen, Kämme oder wie in der Detailzeichnung
oben rechts in Fig. 1, Bleche mit kammartigen Graten 22,
die zwischen den Flanschen 14 angeordnet sein können, wo-
bei auch die Oberflächen der Bleche 22 mit Trockenmittel
5 beschichtet sein können. Beim erfindungsgemäßen Ausführ-
ungsbeispiel sind die Flansche 14 waagerecht angeordnet,
um die Wirkung des Gewichtes auf das Trockenmittel 16 zu
vermeiden, es ist jedoch offensichtlich, daß die Flansche
auch nach Bedarf senkrecht angeordnet sein können. Das
10 Trockenmittel kann von einem beliebigen bekannten Typ
wie Salz oder dergleichen sein und kann auf die Ober-
flächen des Extraktionsturms 10 durch ein beliebiges
Beschichtungsverfahren aufgebracht oder aufgeklebt werden.
Beispielsweise kann eine Absorptionsschicht aufgebracht
15 werden, die mit einer Salzlösung behandelt werden oder,
wenn die Flansche aus Aluminium sind, mit Tonerde.

Ein nach dem vorstehend beschriebenen Verfahren gefertig-
ter Extraktionsturm kann sehr kompakt gestaltet sein, und
20 außerdem kann das Wärme- oder Regenerierungsströmungsmittel,
das durch die Rohranlage 12 geleitet wird, unter Druck ge-
setzt werden, wodurch sich eine größere Vielseitigkeit
für die Aufstellung der Einrichtung und die Wahl des
Wärme- und Kühlmittels ergibt.

25 Eine praktische Ausführung des erfindungsgemäßen Extrak-
tionsturms ist in Fig. 2 dargestellt, worin zwei Extrak-
tionstürme 10a, 10b in herkömmlicher Weise angeordnet
sind, so daß ein Extraktionsturm 10b regeneriert wird,
30 während der andere zum Trocknen eines Strömungsmittels
eingesetzt wird, das im vorliegenden Beispiel als feuchte
Betriebsluft angenommen wird. Die Betriebsluft
wird von unten über eine Ansaug- oder

- 1 Einlaßleitung 24 eingeführt und gelangt über ein Dreiwege-
ventil 26 zur Leitung 28 rechts am Extraktionsturm 10a,
von wo sie über die Flanschen und die Rohrleitungen strömt,
die, wie oben beschrieben, mit einem Trockenmittel be-
5 schichtet sind, wobei die Feuchtigkeit in der Betriebs-
luft durch das Trockenmittel aufgenommen wird. Stromab
vom Extraktionsturm 10a, setzt sich die Leitung 28 bis
zu einem Dreiwegeventil 30 fort, wo die getrocknete Luft
über die Auslaßleitung 32 abströmt. Die Luftleitung 34
10 für die linke Betriebsluft, die dem anderen Extraktions-
turm 10b dient, ist jetzt durch die Ventile 26, 30 ge-
sperrt, so daß die Leitung 34 nicht von Luft durchströmt
wird.
- 15 Die Regenerationsluft wird in den Regenerationskreis
über einen Einlaß 36 und ein Dreiwegeventil 38 einge-
speist und an eine Leitung 40 abgegeben, die links mit
dem Extraktionsturm 10b verbunden ist, wobei die Regene-
rationsluft das Trockenmittel an diesem Extraktionsturm
20 überstreicht. Die für die Regeneration erforderliche
Wärme wird, wie erwähnt, über die Rohranlage 12b des
Extraktionsturms 10b zugeführt. Die feuchte Regenera-
tionsluft wird über ein Dreiwegeventil 44 an den Auslaß
46 abgegeben.
- 25 Wenn die Unterlage oder das Bett des auf den Extraktions-
turm 10a aufgebrachten Trockenmittels feuchtigkeitsge-
stättigt und das Bett am Extraktionsturm 10b regeneriert
ist, werden die vorstehend beschriebenen Luftströme durch
30 Neueinstellung aller Dreiwegeventile 26, 32, 38 und 44
umgekehrt. Die Betriebsluft fließt dann über die Leitung
34 zum Extraktionsturm 10b, während die Regenerations-
luft dem rechten Extraktionsturm 10a über die Leitung 42
und die zur Regeneration erforderliche Wärme über die
35 Rohranlage 12a eingespeist werden.

- 1 Da die zur Regenerierung erforderliche Wärme in der mög-
lichst wirkungsvollen Weise auf die Extraktionstürme 10a,
10b über die Rohranlage 12a, 12b einwirkt, können der
Regenerationsluftstrom und die Regenerationstemperatur
5 stark vermindert werden. Die Wärme kann von jeder geeig-
neten Quelle geliefert werden. Wegen der niedrigeren Re-
generationstemperatur können auch geringwertige Wärmeer-
zeuger wie Abfall- oder Sonnenwärme eingesetzt werden.
- 10 Der als Trockenstufe eingesetzte Extraktiosturm 10a kann
natürlich auch dadurch abgekühlt werden, daß ein Kühlmit-
tel durch die Rohranlage 12a geleitet wird. Zu diesem
Zweck können die Extraktionstürme 10a, 10b natürlich
mehrere getrennte Rohranlagen für den Umlauf verschiede-
15 ner Strömungsmittel wie ein Heiz- und ein Kühlmittel auf-
weisen anstelle eines Wechselbetriebs in derselben Rohr-
anlage. Die Extraktionstürme 10a, 10b können auch mit
einer normalen Kühlschlange zum Vorkondensieren der
Feuchtigkeit verbunden werden. Das Abkühlen bewirkt
20 einen Anstieg der relativen Feuchtigkeit der Luft, die
mit dem Trockenmittel in Berührung kommt, wodurch die
Feuchtigkeitsaufnahmekapazität des Trockenmittels er-
höht wird. Wenn abgekühlt wird, kann eine niedrigere
Regenerationstemperatur gewählt werden als wenn keine
25 Kühlung verwendet wird; ohne den Feuchtigkeitsgehalt
der abziehenden trockenen Luft zu erhöhen. In vielen
Fällen ist es auch ein Vorteil, daß die trockene Luft
kalt sei.
- 30 Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung
nach Fig. 3 wird eine Wärmepumpe in Verbindung mit einer
Anlage nach Fig. 2 verwendet. Gemeinsame Teile der Aus-
führungsbeispiele der Fign. 2 und 3 tragen dieselben Be-
zugszeichen. Zwischen die Extraktionstürme 10a, 10b der
35 Fig. 3 ist eine Wärmepumpe 48 geschaltet, die über Drei-
wegeventile 50, 52 an ein Ende der Rohranlage 12a, 12b
der einzelnen Extraktionstürme angeschlossen ist, wobei

1507-00

3226502

11 9

1 die anderen Enden der Rohranlage über ein Überlaufventil
54 miteinander verbunden sind. Damit bilden die Wärme-
pumpe und die Extraktionstürme eine normale Wärmepumpen-
anlage, wobei die Extraktionstürme 10a, 10b als Ver-
5 dampfer und Kühler dienen.

Die Wärmepumpenanlage erzeugt genügend Wärme zur Regene-
rierung des Trockenmittels am Extraktionsturm 10a, wäh-
rend das Trockenmittel des Extraktionsturms 10b abge-
10 kühlt wird. Durch Umstellen der Dreiwegeventile 50, 52
wird der Betriebsablauf der Extraktionstürme 10a, 10b
umgekehrt, wie es anhand der Fig. 2 beschrieben wurde.
Der Einsatz der Wärmepumpe meidet weitgehend die Ver-
luste, die aus dem Wechsel zwischen den beiden Betriebs-
15 abläufen entstehen, d.h., daß die Wärmepumpe dazu ver-
wendet werden kann, den Überhang nahe Null zu halten.
Eine Kühlung des Trockenmittels ermöglicht es, die Re-
generationstemperatur und den Regenerationsfluß zu ver-
mindern.

20 Bei dem in Fig. 3 gezeigten Ausführungsbeispiel erhöht
sich der Feuchtigkeitsgehalt beim Umschalten der Extrak-
tionstürme 10a, 10b, da es einige Zeit erfordert, den Ex-
traktionsturm, der für die Entfeuchtung eingesetzt wird,
25 abzukühlen. Dieser Nachteil wird bei dem in Fig. 4 ge-
zeigten Ausführungsbeispiel vermieden, das zwei Anlagen
der in Fig. 3 gezeigten Art enthält, d.h., daß jeder
Extraktionsturm 10a, 10b mit seiner eigenen Wärmepumpe
48a, 48b sowie mit einem anderen Extraktionsturm 10c,
30 10b verbunden ist, der jeweils an die andere Seite der
Rohranlage angeschlossen ist. Die anderen mit dem Aus-
führungsbeispiel der Fig. 2 und 3 gleichen Teile tra-
gen dieselben Bezugszeichen.

35

1 Die Vorteile des erfindungsgemäßen Extraktionsturms
sind folgende: Er kann aus nicht brennbaren Stoffen
hergestellt werden; er widersteht hohen Drücken der
durchlaufenden Strömungsmittel; er kann wärme- und
6 kältefest gebaut werden; er weist gegenüber bekannten
Extraktionstürmen eine überlegene Wärmeübertragung
auf, kann leicht hergestellt und kompakt ausgelegt
werden.

10 Außer den vorstehend beschriebenen Ausführungsbei-
spielen sind noch weitere möglich, ohne den Rahmen
der Erfindung zu verlassen.

15

20

25

30

35

H
Leerseite

15

3226502

Nummer:

3226502

Int. Cl.³:

B01D 53/28

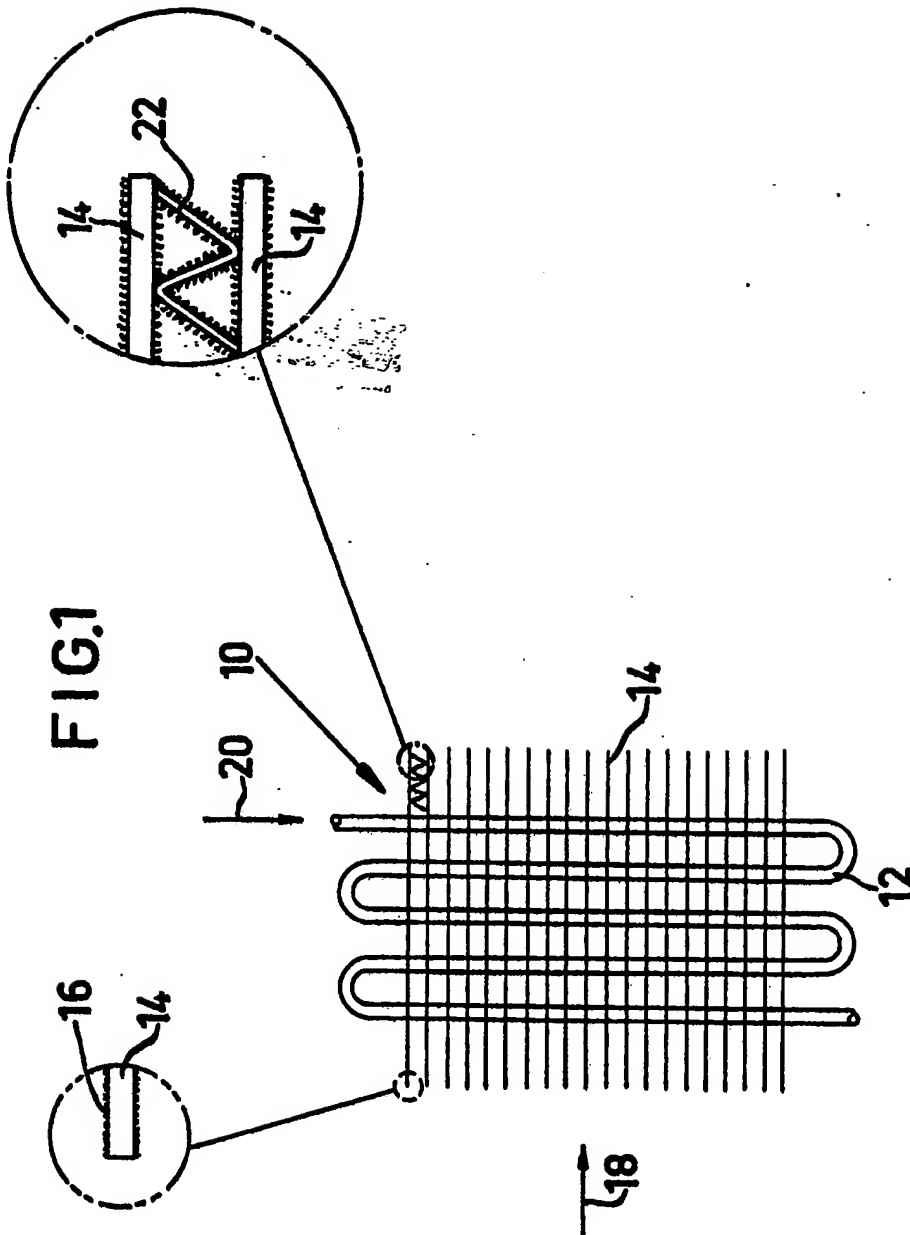
Anmeldetag:

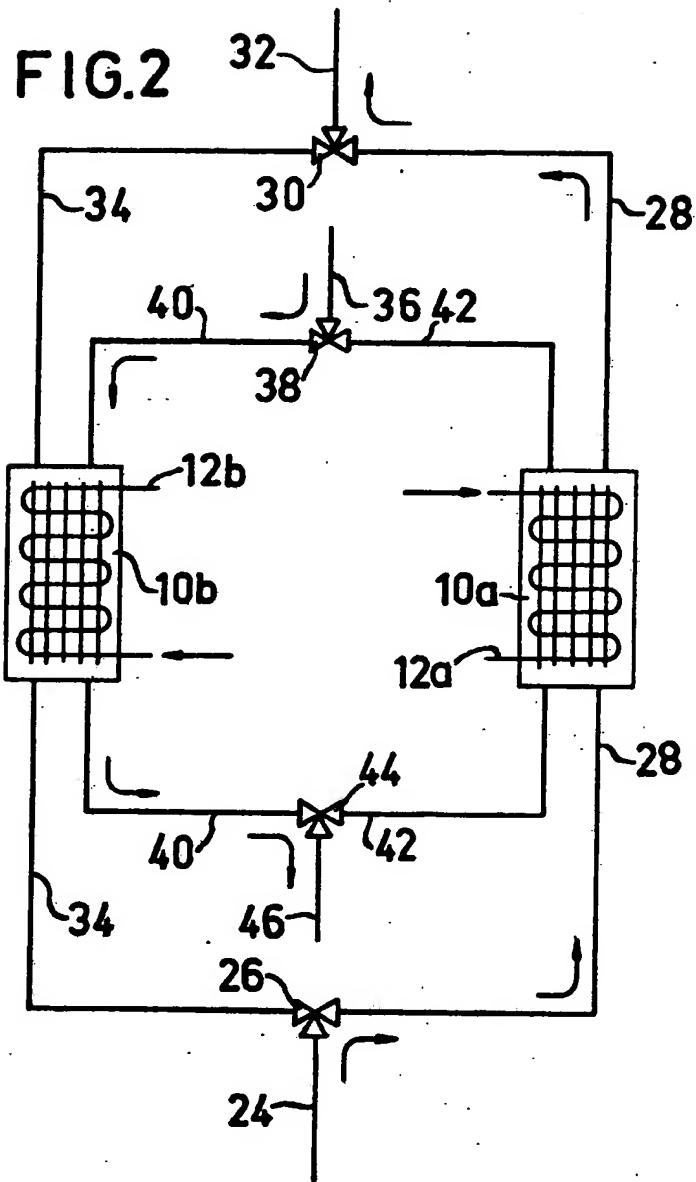
15. Juli 1982

Offenlegungstag:

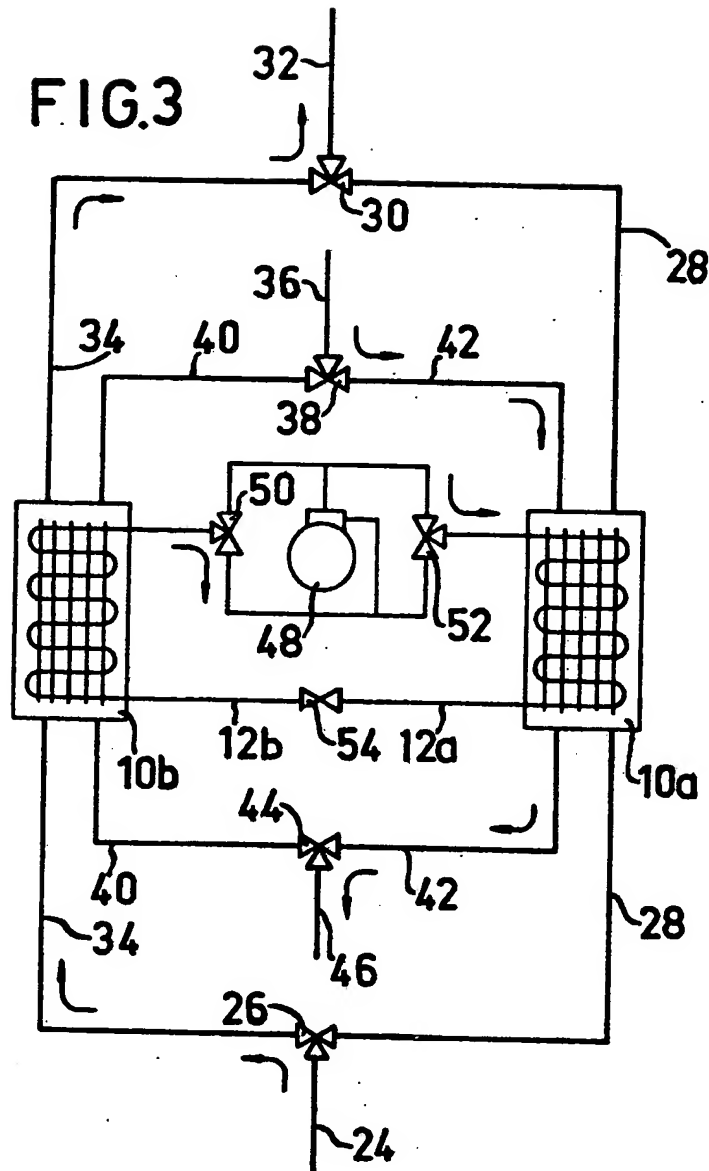
3. Februar 1983

15





13



14

FIG. 4

